

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-319091

(43)Date of publication of application : 31.10.2002

(51)Int.Cl. G08G 1/0965  
B60R 21/00  
G06T 1/00  
G08B 21/00  
G08B 25/04  
// G08G 1/16

(21)Application number : 2001-123109 (71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

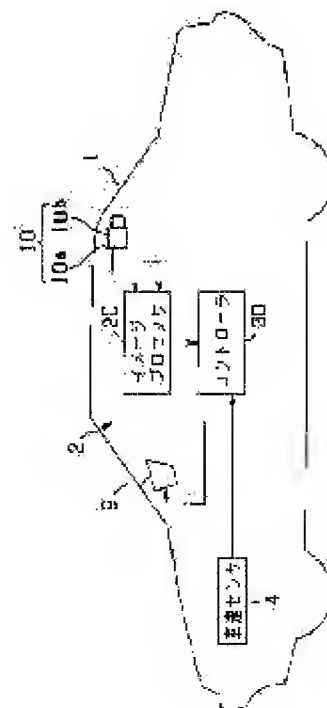
(22)Date of filing : 20.04.2001 (72)Inventor : IKEDA ATSUSHI

## (54) DEVICE FOR RECOGNIZING FOLLOWING VEHICLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make a driver conduct easily and exactly avoiding travel for an emergency vehicle to contribute smooth traffic flow, by exhibiting effectively what kind of vehicle, for example the emergency vehicle, a following is.

**SOLUTION:** When an image picked up by CCD cameras 10a, 10b is processed by an image processor 20 to calculate distance distribution information, the distance distribution information is read in a controller 30 and detects a road shape and three-dimensional positions of plural three-dimensional bodies (vehicle, obstacle and the like), so as to specify the following vehicle. A size of the detected following vehicle is compared to determine a type of the following vehicle based on a comparison result therein, and the type is displayed on a display 9. The presence of lighting of a rotary lamp peculiar to each kind of the vehicles is determined, and the vehicle is determined as the emergency vehicle to be displayed on the display 9 when the lighting of the rotary lamp is observed.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The consecutiveness car recognition equipment carry out having had an information means report a consecutiveness car detection means recognize the body which exists behind a self-car and detect a consecutiveness car, a type-of-a-car distinction means distinguish the type of a car of the above-mentioned consecutiveness car, an urgent car judging means to by\_ which the above-mentioned consecutiveness car judges whether it is an urgent car, and the above-mentioned type-of-a-car information and the above-mentioned urgent car information as the description.

[Claim 2] The above-mentioned type-of-a-car distinction means is consecutiveness car recognition equipment according to claim 1 characterized by distinguishing a large-size car, a small-size car, and a two-wheel barrow based on the magnitude of the consecutiveness car detected with the above-mentioned consecutiveness car detection means.

[Claim 3] The above-mentioned urgent car judging means is consecutiveness car recognition equipment according to claim 1 or 2 characterized by judging with it being an urgent car when the existence of a revolving light is detected for every type of a car distinguished with the above-mentioned type-of-a-car distinction means and there is lighting of this revolving light.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the consecutiveness car recognition equipment which detects the consecutiveness car of self-car back and offers the type-of-a-car information on a consecutiveness car, and the information on being an urgent car.

[0002]

[Description of the Prior Art] By latest automobile, silence and insulation become very good and the sound from the external world has stopped easily being able to go into the vehicle interior of a room. Therefore, the siren of an urgent car etc. may miss and operation of an urgent car may be blocked unexpectedly.

[0003] So, in JP,10-214399,A, the approach of detecting and information presenting approach of the urgent car from back is indicated using the information from the infrastructure beforehand installed in a path on the street.

[0004] Moreover, in JP,11-306494,A, the information presentation [ detection and ] approach based on the camera turned back and the information caught with the microphone is indicated in approach of the urgent car from back.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the former of the above-mentioned advanced technology, approach of the urgent car from back can be detected only by the specific road where it is equipped fully with the infrastructure, but there is a problem that it is difficult to use by many roads it actually runs.

[0006] Moreover, in the latter of the above-mentioned advanced technology, although it could use also except the specific road, it could not distinguish what kind of urgent car approaches from back, and it was not understood just for what kind of evasion transit a driver should perform for an urgent car, but the technical problem that it applied to convenience occurred.

[0007] It was made in view of the above-mentioned situation, the urgent car which approaches from back presents effectively what kind of car it is, a driver performs evasion transit for an exact urgent car easily, and this invention aims at offering the consecutiveness car recognition equipment which can contribute to smoother traffic.

[0008]

[Means for Solving the Problem] It is carrying out that the consecutiveness car recognition equipment by this invention according to claim 1 had an information means report a consecutiveness car detection means recognize the body which exists behind a self-car and detect a consecutiveness car, a type-of-a-car distinction means distinguish the type of a car of the above-mentioned consecutiveness car, an urgent car judging means to by\_ which the above-mentioned consecutiveness car judges whether it is an urgent car, and the above-mentioned type-of-a-car information and the above-mentioned urgent car information in order to attain the above-mentioned purpose as the description.

[0009] Moreover, the consecutiveness car recognition equipment by this invention according to claim 2

is characterized by the above-mentioned type-of-a-car distinction means distinguishing a large-size car, a small-size car, and a two-wheel barrow based on the magnitude of the consecutiveness car detected with the above-mentioned consecutiveness car detection means in consecutiveness car recognition equipment according to claim 1.

[0010] Furthermore, in consecutiveness car recognition equipment according to claim 1 or 2, the consecutiveness car recognition equipment by this invention according to claim 3 is characterized by judging with it being an urgent car, when the above-mentioned urgent car judging means detects the existence of a revolving light for every type of a car distinguished with the above-mentioned type-of-a-car distinction means and has lighting of this revolving light.

[0011] That is, the consecutiveness car recognition equipment by this invention according to claim 1 recognizes the body which exists behind a self-car with a consecutiveness car detection means, detects a consecutiveness car, distinguishes the type of a car of a consecutiveness car with a type-of-a-car distinction means, and a consecutiveness car judges whether it is an urgent car with an urgent car judging means, and it reports type-of-a-car information and urgent car information with an information means. In this way, since a driver is shown the type of a car of the consecutiveness car which approaches from back, and the information on being an urgent car, a driver can perform evasion transit for an exact urgent car easily, and it becomes possible to contribute to smoother traffic.

[0012] Under the present circumstances, as a large-size car, a small-size car, and a two-wheel barrow are distinguished based on the magnitude of the consecutiveness car which detected the type-of-a-car distinction means with the consecutiveness car detection means like according to claim 2, a driver is made easy to understand for minimum information in an instant, and it enables it to perform evasion transit easily.

[0013] Moreover, when the existence of a revolving light is detected for every type of a car according to claim 3 distinguished with the type-of-a-car distinction means and there is specifically lighting of a revolving light, it enables it to judge an exact urgent car to each type of a car like, as an urgent car judging means judges with it being an urgent car.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 - drawing 8 are involved in one gestalt of operation of this invention. Drawing 1 The whole consecutiveness car recognition equipment block diagram, The functional block diagram concerning [ concerning the circuit block diagram of consecutiveness car recognition equipment in drawing 2 ] type-of-a-car distinction and urgent car judging processing in drawing 3 , The explanatory view showing the example of the image which picturized drawing 4 with the mounted camera, the explanatory view in which drawing 5 shows the example of a depth map, the explanatory view in which drawing 6 shows the partition of a depth map, the explanatory view in which drawing 7 shows the recognition result of a road and a solid object, and drawing 8 are the explanatory views of the detection range for every type of a car.

[0015] In drawing 1 , signs 1 are cars, such as an automobile, and the consecutiveness car recognition equipment 2 which recognizes and reports various cars which exist back is carried in this car 1.

[0016] The stereo optical system 10 for consecutiveness car recognition equipment 2 to picturize the object outside a vehicle from a different location, The image processor 20 which computes the distance distribution information on three dimensions by processing the image picturized by this stereo optical system 10, Input the distance information from this image processor 20, and the three-dimensions location of a road configuration or two or more solid objects is detected from that distance information at high speed. It consists of mainly controllers 30 by which the type of a car (large-size car, usually according to 3 types of a car of - small-size car and a two-wheel barrow) of a consecutiveness car is distinguished based on this detection result, and these cars judge whether it is an urgent car.

[0017] Furthermore, the sensor for detecting the run state of the present car of speed sensor 4 grade is connected to a controller 30, and when the recognized body is the consecutiveness car of the self-car 1, it displays whether they are the classification of the consecutiveness car, and an urgent car on the display 9 installed ahead of the driver, and reports to a driver.

[0018] The stereo optical system 10 is arranged with predetermined spacing considering the camera by the side of the criteria image at the time of consisting of CCD cameras 10a and 10b of 1 set of right and left which used solid state image sensors, such as a charge-coupled device (CCD), for example, carrying out the stereo image processing of the CCD camera 10a by the image processor 20, and CCD camera 10b as a camera by the side of a comparison image.

[0019] It digitizes and memorizes the former image of CCD camera 10a by the side of a criteria image in order to detect a revolving light peculiar to an urgent car in the urgent car judging processing by the controller 30 mentioned later while an image processor 20 searches for correlation of one pair of images picturized with CCD cameras 10a and 10b, computes distance by the principle of triangulation from the parallax over the same body and outputs distance distribution of the three dimension over the whole image.

[0020] The distance distribution information from an image processor 20 is read, the three-dimension location of a road configuration or two or more solid objects (a car, obstruction, etc.) is detected at high speed, a consecutiveness car is specified, the type of a car of a consecutiveness car is distinguished, it displays on a display 9, and a controller 30 reports to a driver.

[0021] Under the present circumstances, it expresses on a display 9 as a controller 30 in piles noting that a consecutiveness car is an urgent car, when you are trying to detect whether a consecutiveness car has lighting of a revolving light peculiar to an urgent car based on the former image picturized by CCD camera 10a and a consecutiveness car has lighting of a revolving light.

[0022] The image processor 20 and the controller 30 are a detail with the hardware configuration shown in drawing 2. It searches for the part in which the same body is reflected to the image processor 20 for every predetermined small field to 1 set of stereo image pairs picturized with CCD cameras 10a and 10b. Distance detector 20a which computes the distance to a body in quest of the amount of gaps of a corresponding location, and is outputted as distance distribution information on three dimensions, Depth map memory 20b which memorizes the distance distribution information outputted from this distance detector 20a, It has former image memory 21b which memorizes the digital image which changed the analog image picturized by CCD camera 10a by the side of a criteria image by A/D-converter 21a changed into the digital image of predetermined brightness gradation (for example, 256 gradation), and this A/D-converter 21a.

[0023] The distance distribution information outputted from distance detector 20a is carrying out a gestalt like an image (depth map), and if the image photoed with CCD cameras 11a and 11b of two right and left, for example, an image as typically shown in drawing 4, is processed by distance detector 20a, a depth map like drawing 5 will be generated from the image of CCD camera 10a used as criteria.

[0024] In the example of a depth map shown in drawing 5, image size is 200 pixels by 600 pixels, the part of a sunspot has distance data and this is a part with a large light-and-darkness change between \*\*\*\*\* pixels among each pixel of the image of drawing 4 at a longitudinal direction. In distance detector 20a, this depth map is treated as an image which consists of a block of the width 150x length 50 considering 1 block as a 4x4-pixel small field, and distance (the number of pixel gaps) is computed for every block.

[0025] Microprocessor 30a to which a controller 30 is mainly concerned with detection processing of a road configuration etc. on the other hand, Microprocessor 30b which is mainly concerned with the processing which detects each solid object based on the detected road configuration, Microprocessor 30c which is mainly concerned with the processing which specifies a consecutiveness car based on the positional information of the detected solid object, and distinguishes the type of a car of a consecutiveness car, Microprocessor 30d which is mainly concerned with judgment processing of whether a revolving light exists in a consecutiveness car is the system configuration of the multimicroprocessor connected to juxtaposition through the system bus 31.

[0026] And the interface circuitry 32 connected to depth map memory 20b and former image memory 21b, ROM33 which stores a control program, RAM34 which memorizes the various parameters in the middle of computation, the memory 35 for an output which memorizes the parameter of a processing result, the display controller (DISP.CONT.) 36 for controlling a display (DISP) 9, and the I/O interface

circuitry 37 which inputs the signal from speed sensor 4 grade are connected to the system bus 31.

[0027] By the controller 30, i axis of coordinates and a lengthwise direction be treat for a longitudinal direction as a j axis of coordinates, use a lower left corner as a zero for the system of coordinates on the depth map which make a pixel a unit, as show in drawing 5, the point on the depth map which set the number of pixel gaps to  $dp(i, j, dp)$  be change into the system of coordinates of real space, and recognition of a road configuration, location detection of a solid object, etc. be process.

[0028] Namely, make the system of coordinates of the three dimensions of real space into the system of coordinates of self-vehicle (car 1) immobilization, and if the upper part of a car 1 and the Z-axis are made into the front of a car 1 and a zero is made into the path road surface just under the center of CCD cameras 10a and 10b for the travelling direction right-hand side side of a car 1, and a Y-axis, the X-axis It will be in agreement with a path road surface, and a X-Z flat surface ( $Y=0$ ) can carry out coordinate transformation of the point on a depth map ( $i, j, dp$ ) to the point on real space ( $x, y, z$ ) by the following (1) - (3) types, when a road is flat.

$x=CD/2+z-PW-(i-IV)$  -- (1)  $y=CH+Z-PW-(j-JV)$  -- (2)  $z=KS/dp$  -- (3), however CD : Camera installation spacing PW : Angle of visibility CH per pixel : Camera anchoring height IV and JV : Coordinate on the image of the infinite point of the front of a car 1 (pixel)

KS : distance coefficient ( $KS=CD/PW$ )

In addition, from the point on real space ( $x, y, z$ ), the formula which computes the point on an image ( $i, j, dp$ ) transforms the above-mentioned (1) - (3) type, and is as follows.

$i=(x-CD/2)/(z-PW)+IV$  -- (4)  $j=(y-CH)/(z-PW)+JV$  -- (5)  $dp=KS/z$  -- (6) [0029] Next, each processing in a controller 30 is explained. First, in the road detection processing by microprocessor 30a, the parameter of the road model which dissociated, and extracted and contained only the actual white line path on the street using the three-dimension-positional information from the depth map memorized by depth map memory 20b is corrected and changed so that it may agree with an actual road configuration, and a road configuration is recognized.

[0030] A road model divides the self-lane of the road to the range for recognition into two or more sections with the set-up distance. Approximate a white line on either side by the straight-line formula of a three dimension for every section, and it connects in the shape of the polygonal line. It asks for the parameters a and b of the horizontal straight-line type in the system of coordinates of real space, and the parameters c and d of a vertical straight-line type, and the horizontal straight-line type showing in the following (7) types and the straight-line type of the perpendicularly it is shown in the following (8) types are obtained.

$x=a-z+b$  -- (7)  $y=c-z+d$  -- (8) [0031] In fact, by the straight-line type of the above (7) and (8) types, while a white line on either side will be approximated, respectively and asking for the parameters aL, bL, cL, and dL of the straight-line type to the white line on the left-hand side of a travelling direction for every section, it asks for the parameters aR, bR, cR, and dR of the straight-line type to the white line on the right-hand side of a travelling direction, and stores in RAM34.

[0032] Moreover, in the body detection processing by microprocessor 30b, a depth map is classified at intervals of predetermined in the shape of a grid, as shown in drawing 6, the height on the front face of a road in distance z is found for every partition from the straight-line type (7) of the road configuration computed by microprocessor 30a, and (8), and the distance data on Sayori Taka on this front face of a road are extracted as solid object data. And a histogram is created using the extracted data for every partition, and a solid object's which represents each partition's from this histogram existence location, and its distance are found.

[0033] Then, the detection distance of the solid object of each partition is investigated, when the difference in the detection distance to a solid object is below the set point in the adjoining partition, it is regarded as the same solid object, and on the other hand, in beyond the set point, it is regarded as a separate solid object. And the three-dimensions window which includes the detected solid object is set up, it calculates how it is visible further on the image this set-up three-dimensions window of whose is two dimensions, and a 2-dimensional window is set up. And the survey of each data in this 2-dimensional window is carried out one by one, after calculating a three-dimensions location ( $x, y, z$ )

about a pixel with distance data using the above-mentioned (1) - (3) type, only the data which have the value of distance or height within the limits of a three-dimensions window are extracted, and others reject.

[0034] Thus, project the extracted data on a 2-dimensional image, connect the appearance of these data by the segment, and it asks for the profile image of a solid object. From the coordinate (i, j, dp) on the image of the right-and-left edge of this profile image, and upper limit The detection distance (Z coordinate) of the solid object, right-and-left end position (X coordinate), and the location (Y coordinate) of upper limit are computed, and further, it asks for the breadth of a solid object from right-and-left end position, objective height is found from the location of upper limit, and it stores in RAM34. [0035] In addition, the processing which generates the above depth map, the processing which detects a depth map to a road configuration, and the processing which detects two or more solid objects from the distance data of the solid object for every partition of a depth map are explained in full detail by JP,5-265547,A previously submitted by these people.

[0036] On the other hand, in the type-of-a-car distinction processing by microprocessor 30c, the relative velocity of this consecutiveness car and a self-car is computed by comparing the detected road configuration with the location of a solid object, specifying a consecutiveness car, and carrying out distinction detection of the magnitude empty vehicle kind of this consecutiveness car.

[0037] And it investigates whether urgent car judging processing by microprocessor 30d is performed, and the revolving light peculiar to the type of a car of the detected consecutiveness vehicle is turned on, and when the revolving light is turned on, it judges with an urgent car.

[0038] In this way, the result of the type of a car distinguished by the type-of-a-car distinction processing by microprocessor 30c, the information (relative velocity etc.) about other consecutiveness cars, and the information on being the urgent car judged by the urgent car judging processing by microprocessor 30d are displayed on a display 9, and are reported to a driver.

[0039] Hereafter, the type-of-a-car distinction processing in microprocessor 30c and the urgent car judging processing by microprocessor 30d are explained in full detail. Drawing 3 shows the functional configuration of the type-of-a-car distinction section 40 by microprocessor 30c, and the urgent car judging section 50 by microprocessor 30d, the type-of-a-car distinction section 40 consists of a consecutiveness car detecting element 41, a type-of-a-car detecting element 42, and a type-of-a-car information detecting element 43, and the urgent car judging section 50 consists of the revolving light frame setting section 51 and the revolving light judging section 52. In addition, it is as having mentioned above about each function of the road detecting element 60 by microprocessor 30a, and the solid object detecting element 70 by microprocessor 30b, and explanation is omitted.

[0040] In processing by the above functional configuration, a consecutiveness car is first specified by the consecutiveness car detecting element 41 in the type-of-a-car distinction section 40 using the location  $X_{iL}$  of the distance  $Z_i$  from the self-vehicle of the detected solid object, and a left end, and the right end location  $X_{iR}$ . On the occasion of specification of this consecutiveness car, the locations  $X_L$  and  $X_R$  (X coordinate) of the white line of the right and left in distance  $Z_i$  are calculated from the data of a road configuration by the following (9) and (10) types to the beginning.

Left white line:  $X_L = a_L \cdot Z_i + b_L$  --(9) right white line:  $X_R = a_R \cdot Z_i + b_R$  -- (10) [0041] Subsequently, the locations  $X_L$  and  $X_R$  of the white line of the right and left computed by the above (9) and (10) formulas are compared with the locations  $X_{iL}$  and  $X_{iR}$  of the right-and-left edge of a solid object, respectively, and if the solid object applied inside the white line is sorted out as a candidate of a precedence vehicle, what has the nearest distance with a self-car is specified as a consecutiveness car out of the candidate of the consecutiveness car sorted out. The data of the location of this consecutiveness car are stored in RAM34.

[0042] And if a consecutiveness car is specified by the consecutiveness car detecting element 41 next, by the type-of-a-car detecting element 42, the comparison of the magnitude of the detected consecutiveness car will be performed and the type of a car of a consecutiveness car will be detected based on this comparison result. Three kinds of frames shown in drawing 8 beforehand used for the comparison of type-of-a-car distinction are specifically prepared for ROM33, and when the width of



face of a consecutiveness car is [ 2m or more and height ] 1.7m or more ( drawing 3 (a)), it distinguishes from a large-size car. Moreover, the width of face of a consecutiveness car usually distinguishes from - small-size car, when 1.5m or more and height are 1.3m or more ( drawing 3 (b)). Furthermore, the width of face of a consecutiveness car distinguishes from a two-wheel barrow, when 1m or less and height are 1.7m or less ( drawing 3 (c)). The type-of-a-car data distinguished by this consecutiveness car detecting element 41 are transmitted to the revolving light frame setting section 51 while they are stored in RAM34 and displaying them on a display 9.

[0043] Moreover, in the type-of-a-car information detecting element 43, from time amount change of the distance between two cars between the consecutiveness cars and self-cars which were specified by the consecutiveness car detecting element 41, the relative velocity to the self-car of a consecutiveness car is computed, the travel speed of a self-car is added to this relative velocity, and it asks for the travel speed of a consecutiveness car.

[0044] Here, urgent car judging processing of the consecutiveness car in the urgent car judging section 50 is explained. In the urgent car judging section 50, first the range for detecting a characteristic revolving light for every type of a car of a consecutiveness car in the revolving light frame setting section 51 The digital image memorized by former image memory 21b based on the distinction result from the type-of-a-car detecting element 42, That is, in case a depth map is generated, it sets up to the analog image picturized by CCD camera 10a of the side used as criteria on the image which digitized the brightness (brightness) of each pixel for example, to 256 gradation.

[0045] In the case of the large-size car of drawing 8 (a), the detection frame of the revolving light for every type of a car is set to the car-body upper part, in the case of the small-size car [ common and the small-size car ] of drawing 8 (b), is set to the car-body upper part, and, in the case of the two-wheel barrow of drawing 8 (c), is set up in the middle of a car body.

[0046] Next, in the revolving light judging section 52, if the brightness average of the pixel of the revolving light within the limit set up in the revolving light frame setting section 51 is calculated and brightness (for example, 1.5 times of the average) higher than the average is set up as a threshold, a pixel brighter than a threshold will be extracted by within the limits, and it will judge whether this bright pixel carries out periodic brightness change. And when carrying out periodic brightness change, it judges with it being an urgent car, and it expresses as text, a picture, etc. on a display 9. However, although the car (for example, cars, such as JAF and a gas company) which attached the revolving light of blue or yellow is also judged to be an urgent car, since it is because the way judged rather to be an urgent car is public welfare, it treats as the urgent car as it is.

[0047] Thus, since it reports to a driver whether they are the type of a car of a consecutiveness car, and an urgent car according to the gestalt of this operation, a driver can perform exact evasion transit (transit which yields a course) when it settles down easily and the urgent car has approached. Moreover, also when a consecutiveness car is not an urgent car, it becomes possible to contribute to smooth traffic of carrying out that it is easy to carry out exact actuation, for example, control and passing of an unprepared slam on the brake, using the type of a car and travel-speed information on a consecutiveness car.

[0048]

[Effect of the Invention] As explained above, the urgent car which approaches from back according to this invention presents effectively what kind of car it is, and a driver performs evasion transit for an exact urgent car easily, and it becomes possible to contribute to smoother traffic.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The whole consecutiveness car recognition equipment block diagram

[Drawing 2] The circuit block diagram of consecutiveness car recognition equipment

[Drawing 3] The functional block diagram concerning type-of-a-car distinction and urgent car judging processing

[Drawing 4] The explanatory view showing the example of the image picturized with the mounted camera

[Drawing 5] The explanatory view showing the example of a depth map

[Drawing 6] The explanatory view showing the partition of a depth map

[Drawing 7] The explanatory view showing the recognition result of a road and a solid object

[Drawing 8] The explanatory view of the detection range for every type of a car

[Description of Notations]

1 -- Self-Car

2 -- Consecutiveness Car Recognition Equipment

30 -- Controller

40 -- Type-of-a-car distinction section

41 -- Consecutiveness car detecting element

42 -- Type-of-a-car detecting element

43 -- Type-of-a-car information detecting element

50 -- Urgent car judging section

51 -- Revolving light frame setting section

52 -- Revolving light judging section

---

[Translation done.]

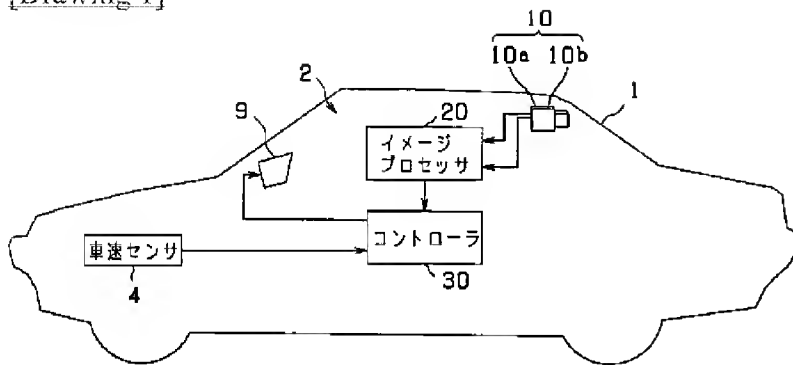
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

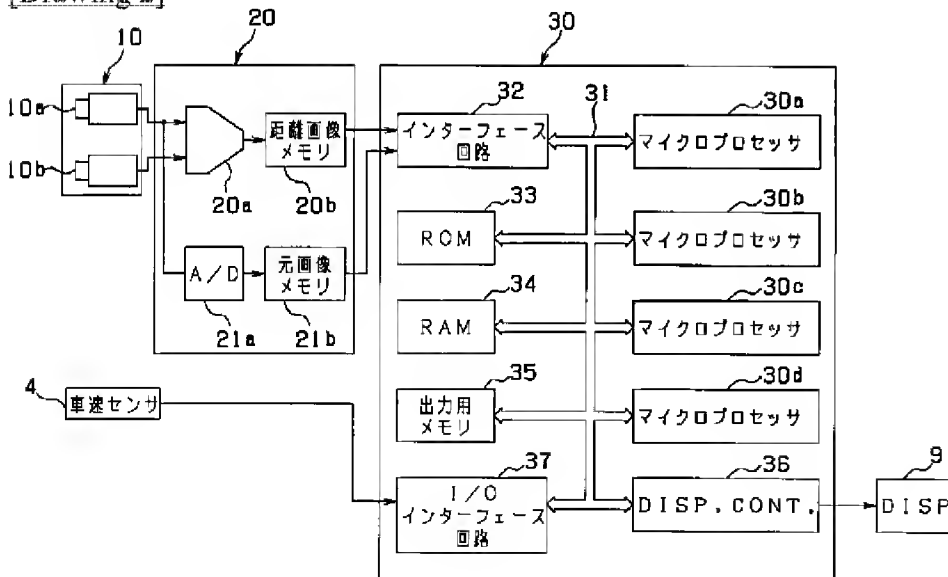
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

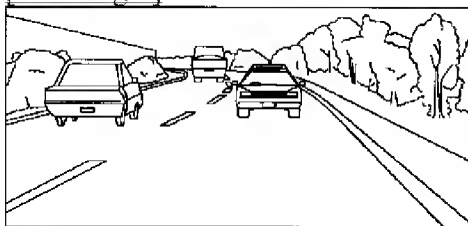
[Drawing 1]



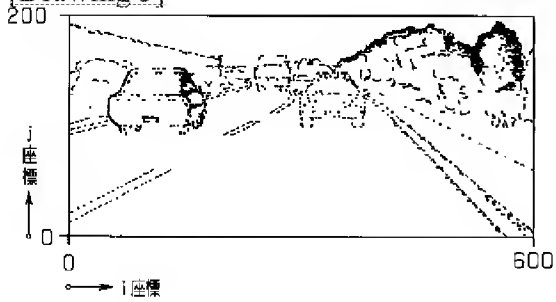
[Drawing 2]



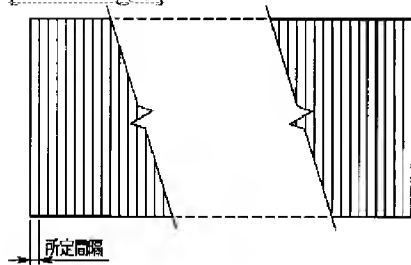
[Drawing 4]



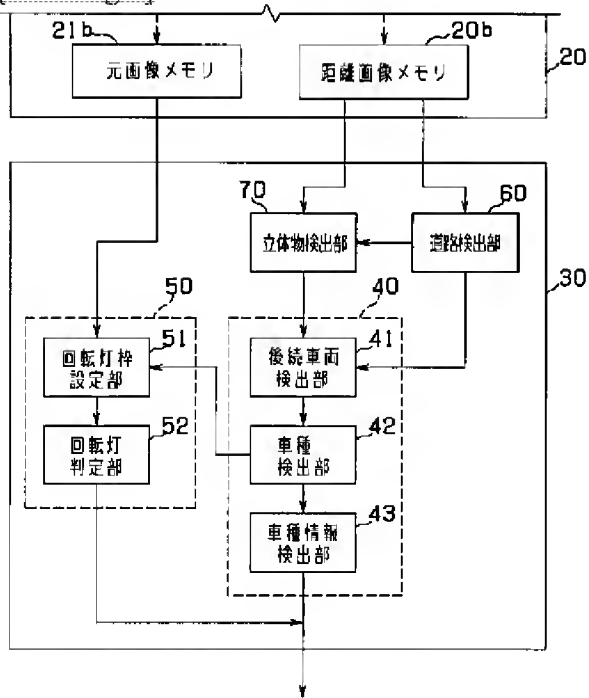
[Drawing 5]



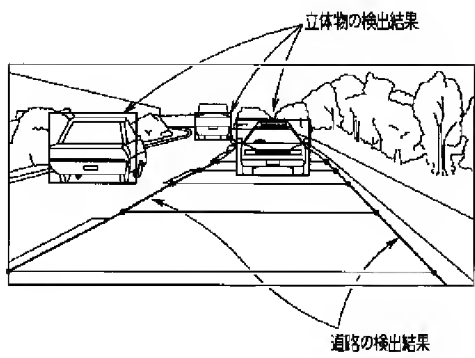
[Drawing 6]



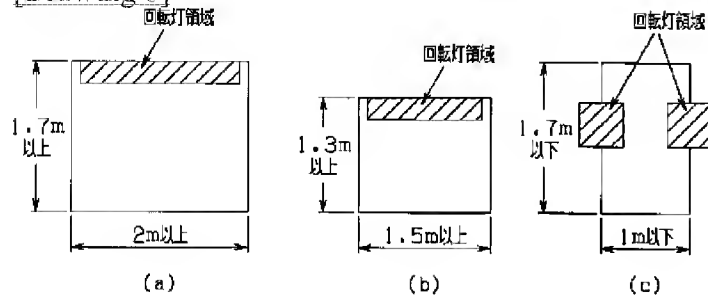
[Drawing 3]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-319091  
(P2002-319091A)

(43) 公開日 平成14年10月31日 (2002. 10. 31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
G 0 8 G 1/0965		G 0 8 G 1/0965	5 B 0 5 7
B 6 0 R 21/00	6 2 1	B 6 0 R 21/00	6 2 1 C 5 C 0 8 6
	6 2 6		6 2 6 D 5 C 0 8 7
G 0 6 T 1/00	3 1 5	G 0 6 T 1/00	3 1 5 5 H 1 8 0
	3 3 0		3 3 0 B
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-123109 (P2001-123109)

(22) 出願日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(71) 出願人 000003348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72) 発明者 池田 敦

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士  
重工業株式会社内

(74) 代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

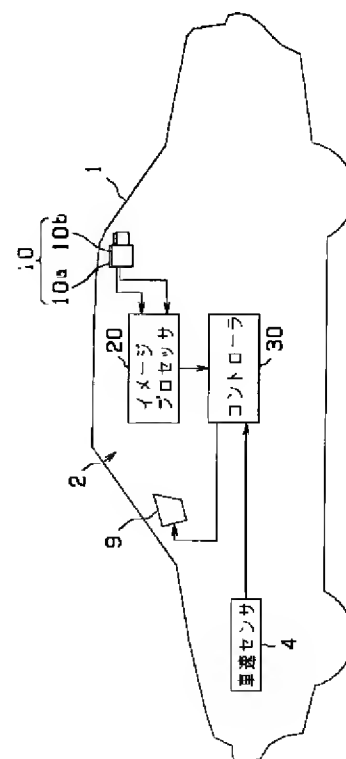
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 後続車両認識装置

(57) 【要約】

【課題】 後続車両が緊急車両がどのような車両かを有効に提示しドライバが容易に的確な緊急車両のための回避走行を行ってより円滑な交通に貢献する。

【解決手段】 CCDカメラ10a, 10bで撮像した画像をイメージプロセッサ20で処理して距離分布情報を算出すると、その距離分布情報をコントローラ30に読み込んで道路形状や複数の立体物(車両や障害物等)の3次元位置を検出して後続車両を特定する。そして、検出した後続車両の大きさの比較を行い、この比較結果に基づいて後続車両の車種を判別し、ディスプレイ9に表示する。また、車種毎に特有の回転灯の点灯があるか否かを判定し、回転灯の点灯がある場合には、緊急車両と判定してディスプレイ9に表示する。



# 【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車両の後方に存在する物体を認識して後続車両を検出する後続車両検出手段と、  
上記後続車両の車種を判別する車種判別手段と、  
上記後続車両が緊急車両か否か判定する緊急車両判定手段と、  
上記車種情報と上記緊急車両情報をとを報知する報知手段と、  
を備えたことを特徴とする後続車両認識装置。

【請求項2】 上記車種判別手段は、上記後続車両検出手段で検出した後続車両の大きさに基づき大型車と小型車と二輪車とを判別することを特徴とする請求項1記載の後続車両認識装置。

【請求項3】 上記緊急車両判定手段は、上記車種判別手段で判別した車種毎に回転灯の有無を検出し、該回転灯の点灯がある場合に緊急車両であると判定することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の後続車両認識装置。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自車両後方の後続車両を検出して後続車両の車種情報と緊急車両か否かの情報を提供する後続車両認識装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】最近の自動車では静粛性・遮音性が非常に良くなり、外界からの音が車室内に入りにくくなっている。そのため、緊急車両のサイレン等も聞き漏らす可能性があり、図らずも緊急車両の運行を妨害してしまいかねない。

【0003】そこで、特開平10-214399号公報では、予め道路上に設置されたインフラからの情報を利用して、後方からの緊急車両の接近を検知・情報提示する方法が開示されている。

【0004】また、特開平11-306494号公報では、後方に向けたカメラとマイクで捉えた情報を基に後方からの緊急車両の接近を検知・情報提示する方法が開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記先行技術の前者では、インフラが完備されている特定の道路でしか後方からの緊急車両の接近を検知できず、実際に走行する多くの道路では利用することが困難であるという問題がある。

【0006】また、上記先行技術の後者では、特定の道路以外でも利用できるものの、後方からどのような緊急車両が接近してくるか判別できず、ドライバが緊急車両のためにどのような回避走行を行えば良いか分からず利便性に欠けるといった課題があった。

【0007】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、後方から接近する緊急車両がどのような車両かを有

効に提示し、ドライバが容易に的確な緊急車両のための回避走行を行って、より円滑な交通に貢献することができ、後続車両認識装置を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1記載の本発明による後続車両認識装置は、自車両の後方に存在する物体を認識して後続車両を検出する後続車両検出手段と、上記後続車両の車種を判別する車種判別手段と、上記後続車両が緊急車両か否か判定する緊急車両判定手段と、上記車種情報と上記緊急車両情報をとを報知する報知手段とを備えたことを特徴としている。

【0009】また、請求項2記載の本発明による後続車両認識装置は、請求項1記載の後続車両認識装置において、上記車種判別手段は、上記後続車両検出手段で検出した後続車両の大きさに基づき大型車と小型車と二輪車とを判別することを特徴としている。

【0010】更に、請求項3記載の本発明による後続車両認識装置は、請求項1又は請求項2に記載の後続車両認識装置において、上記緊急車両判定手段は、上記車種判別手段で判別した車種毎に回転灯の有無を検出し、該回転灯の点灯がある場合に緊急車両であると判定することを特徴としている。

【0011】すなわち、請求項1記載の本発明による後続車両認識装置は、後続車両検出手段で自車両の後方に存在する物体を認識して後続車両を検出し、車種判別手段で後続車両の車種を判別し、緊急車両判定手段で後続車両が緊急車両か否か判定し、報知手段で車種情報と緊急車両情報をとを報知する。こうして、後方から接近する後続車両の車種と緊急車両か否かの情報がドライバに提示されるため、ドライバは容易に的確な緊急車両のための回避走行を行うことができ、より円滑な交通に貢献することが可能となる。

【0012】この際、請求項2記載のように車種判別手段は、後続車両検出手段で検出した後続車両の大きさに基づき大型車と小型車と二輪車とを判別するようにして、最低限の情報でドライバが瞬時に理解しやすくし、容易に回避走行を行えるようにする。

【0013】また、請求項3記載のように緊急車両判定手段は、具体的には、車種判別手段で判別した車種毎に回転灯の有無を検出し、回転灯の点灯がある場合に緊急車両であると判定するようにして、各車種に対し正確な緊急車両の判定が行えるようにする。

## 【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図8は本発明の実施の一形態に係わり、図1は後続車両認識装置の全体構成図、図2は後続車両認識装置の回路ブロック図、図3は車種判別及び緊急車両判定処理に係わる機能ブロック図、図4

は車載のカメラで撮像した画像の例を示す説明図、図5は距離画像の例を示す説明図、図6は距離画像の区分を示す説明図、図7は道路・立体物の認識結果を示す説明図、図8は車種毎の検出範囲の説明図である。

【0015】図1において、符号1は自動車等の車両であり、この車両1には、後方に存在する様々な車両を認識して報知する後続車両認識装置2が搭載されている。

【0016】後続車両認識装置2は、車外の対象物を異なる位置から撮像するためのステレオ光学系10と、このステレオ光学系10で撮像した画像を処理して三次元の距離分布情報を算出するイメージプロセッサ20と、このイメージプロセッサ20からの距離情報を入力し、その距離情報から道路形状や複数の立体物の三次元位置を高速で検出し、この検出結果に基づいて後続車両の車種（大型車、普通・小型車、二輪車の3車種別）を判別し、また、これらの車両が緊急車両か否かを判定するコントローラ30とから主に構成されている。

【0017】更に、コントローラ30には、車速センサ4等の現在の車両の走行状態を検出するためのセンサが接続され、認識された物体が自車両1の後続車両である場合、ドライバの前方に設置されたディスプレイ9へその後続車両の種別と緊急車両か否かを表示してドライバに対して報知するようになっている。

【0018】ステレオ光学系10は、電荷結合素子（CCD）等の固体撮像素子を用いた左右1組のCCDカメラ10a、10bからなり、例えば、CCDカメラ10aを、イメージプロセッサ20でステレオ画像処理する際の基準画像側のカメラ、CCDカメラ10bを比較画像側のカメラとして、所定の間隔を持って配設されている。

【0019】イメージプロセッサ20は、CCDカメラ10a、10bで撮像した1対の画像の相関を求め、同一物体に対する視差から三角測量の原理によって距離を算出し、画像全体に渡る3次元の距離分布を出力するとともに、コントローラ30での後述する緊急車両判定処理において緊急車両特有の回転灯を検出するため、基準画像側のCCDカメラ10aの元画像をデジタル化して記憶する。

【0020】コントローラ30では、イメージプロセッサ20からの距離分布情報を読み込んで道路形状や複数の立体物（車両や障害物等）の3次元位置を高速で検出して後続車両を特定し、後続車両の車種を判別してディスプレイ9に表示しドライバに報知する。

【0021】この際、コントローラ30では、CCDカメラ10aで撮像した元画像に基づいて、後続車両に緊急車両に特有の回転灯の点灯があるか否か検出するようにしており、後続車両に回転灯の点灯がある場合には、後続車両が緊急車両であるとして、ディスプレイ9に重ねて表示する。

【0022】イメージプロセッサ20及びコントローラ

30は、詳細には、図2に示すハードウェア構成となっている。イメージプロセッサ20には、CCDカメラ10a、10bで撮像した1組のステレオ画像対に対して所定の小領域毎に同一の物体が写っている部分を探索し、対応する位置のずれ量を求めて物体までの距離を算出し、三次元の距離分布情報として出力する距離検出回路20a、この距離検出回路20aから出力される距離分布情報を記憶する距離画像メモリ20b、基準画像側のCCDカメラ10aで撮像したアナログ画像を、所定の輝度階調（例えば、256階調）のデジタル画像に変換するA/D変換器21a、このA/D変換器21aで変換したデジタル画像を記憶する元画像メモリ21b等が備えられている。

【0023】距離検出回路20aから出力される距離分布情報は、画像のような形態をしており（距離画像）、左右2台のCCDカメラ11a、11bで撮影した画像、例えば図4に模式的に示すような画像を、距離検出回路20aで処理すると、基準となるCCDカメラ10aの画像から図5のような距離画像が生成される。

【0024】図5に示す距離画像の例では、画像サイズは横600画素×縦200画素であり、距離データを持っているのは黒点の部分で、これは図4の画像の各画素のうち、左右方向に隣合う画素間で明暗変化が大きい部分である。距離検出回路20aでは、この距離画像を1ブロックを4×4画素の小領域として横150×縦50のブロックからなる画像として扱い、各ブロック毎に距離（画素ズレ数）の算出を行う。

【0025】一方、コントローラ30は、道路形状等の検出処理を主とするマイクロプロセッサ30aと、検出した道路形状に基づいて個々の立体物を検出する処理を主とするマイクロプロセッサ30bと、検出した立体物の位置情報に基づいて後続車両を特定し、後続車両の車種を判別する処理を主とするマイクロプロセッサ30cと、後続車両に回転灯が存在するか否かの判定処理を主とするマイクロプロセッサ30dとがシステムバス31を介して並列に接続されたマルチマイクロプロセッサのシステム構成となっている。

【0026】そして、システムバス31には、距離画像メモリ20b及び元画像メモリ21bに接続されるインターフェース回路32と、制御プログラムを格納するROM33と、計算処理途中の各種パラメータを記憶するRAM34と、処理結果のパラメータを記憶する出力用メモリ35と、ディスプレイ（DISP）9を制御するためのディスプレイコントローラ（DISP、CONT）36と、車速センサ4等からの信号を入力するI/Oインターフェース回路37とが接続されている。

【0027】コントローラ30では、画素を単位とする距離画像上の座標系を、図5に示すように、左下隅を原点として横方向をi座標軸、縦方向をj座標軸として扱い、画素ズレ数をdpとする距離画像上の点（i, j,



d p) を実空間の座標系に変換し、道路形状の認識や立体物の位置検出等の処理を行う。

【0028】すなわち、実空間の三次元の座標系を、自車(車両1)固定の座標系とし、X軸を車両1の進行方向右側側方、Y軸を車両1の上方、Z軸を車両1の前方、原点をCCDカメラ10a, 10bの中央の真下の道路面とすると、X-Z平面(Y=0)は、道路が平坦な場合、道路面と一致することになり、以下の(1)~(3)式により、距離画像上の点(i, j, d p)を、実空間上の点(x, y, z)に座標変換することができる。

$$x = CD / 2 + z \cdot PW \cdot (i - IV) \quad \dots(1)$$

$$y = CH + Z \cdot PW \cdot (j - JV) \quad \dots(2)$$

$$z = KS / d p \quad \dots(3)$$

但し、CD : カメラ取り付け間隔

PW : 1画素当たりの視野角

CH : カメラ取付け高さ

IV, JV : 車両1の真正面の無限遠点の画像上の座標(画素)

KS : 距離係数(KS=CD/PW)

尚、実空間上の点(x, y, z)から画像上の点(i, j, d p)を算出する式は、上記(1)~(3)式を変形し、次のようになる。

$$i = (x - CD / 2) / (z \cdot PW) + IV \quad \dots(4)$$

$$j = (y - CH) / (z \cdot PW) + JV \quad \dots(5)$$

$$d p = KS / z \quad \dots(6)$$

【0029】次に、コントローラ30における個々の処理について説明する。まず、マイクロプロセッサ30aによる道路検出処理では、距離画像メモリ20bに記憶された距離画像からの3次元的な位置情報を利用して実際の道路上の白線だけを分離して抽出し、内蔵した道路モデルのパラメータを実際の道路形状と合致するよう修正・変更して道路形状を認識する。

【0030】道路モデルは、認識対象範囲までの道路の自転車線を、設定した距離によって複数個の区間に分け、各区分毎に左右の白線を3次元の直線式で近似して折れ線状に連結したものであり、実空間の座標系における水平方向の直線式のパラメータa, b、及び、垂直方向の直線式のパラメータc, dを求め、以下の(7)式に示す水平方向の直線式、及び、以下の(8)式に示す垂直方向の直線式を得る。

$$x = a \cdot z + b \quad \dots(7)$$

$$y = c \cdot z + d \quad \dots(8)$$

【0031】実際には、上記(7), (8)式の直線式により、左右の白線をそれぞれ近似することになり、各区分毎に、進行方向左側の白線に対する直線式のパラメータaL, bL, cL, dLを求めるとともに、進行方向右側の白線に対する直線式のパラメータaR, bR, cR, dRを求め、RAM34にストアする。

【0032】また、マイクロプロセッサ30bによる物体検出処理では、距離画像を、図6に示すように、格子

状に所定間隔で区分し、各区分毎に、マイクロプロセッサ30aによって算出された道路形状の直線式(7), (8)から距離zに於ける道路表面の高さを求め、この道路表面の高さより上にある距離データを立体物データとして抽出する。そして、各区分毎に、抽出されたデータを用いてヒストグラムを作成し、このヒストグラムから各区分を代表する立体物の存在位置と、その距離を求める。

【0033】その後、各区分の立体物の検出距離を調べ、隣接する区分において立体物までの検出距離の差異が設定値以下の場合には同一の立体物と見なし、一方、設定値以上の場合には別々の立体物と見なす。そして、検出した立体物を包含する三次元ウィンドウを設定し、さらに、この設定した三次元ウィンドウが二次元の画像上でのどのように見えるかを計算して二次元ウィンドウを設定する。そして、この二次元ウィンドウ内の各データを順次サーベイし、距離データを持っている画素について、前述の(1)~(3)式を用いて三次元位置(x, y, z)を計算した後、距離や高さの値が三次元ウィンドウの範囲内にあるデータのみを抽出し、他は棄却する。

【0034】このようにして抽出したデータを、二次元の画像上に投影し、これらのデータの外形を線分で連結して立体物の輪郭像を求め、この輪郭像の左右端および上端の画像上での座標(i, j, d p)から、その立体物の検出距離(Z座標)、左右端位置(X座標)、上端の位置(Y座標)を算出し、さらに、左右端位置から立体物の横幅を求め、上端の位置から物体の高さを求め、RAM34にストアする。

【0035】尚、以上の距離画像を生成する処理、距離画像から道路形状を検出する処理、距離画像の区分毎の立体物の距離データから複数の立体物を検出する処理については、本出願人によって先に提出された特開平5-265547号公報に詳述されている。

【0036】一方、マイクロプロセッサ30cによる車種判別処理では、検出した道路形状と立体物の位置とを比較して後続車両を特定し、この後続車両の大きさから車種を判別検出して、この後続車両と自車両との相対速度を算出する。

【0037】そして、マイクロプロセッサ30dによる緊急車両判定処理が行われ、検出された後続車の車種に特有の回転灯が点灯されているか否かを調べ、回転灯が点灯されている場合は緊急車両と判定する。

【0038】こうして、マイクロプロセッサ30cによる車種判別処理で判別された車種の結果とその他の後続車両についての情報(相対速度等)と、マイクロプロセッサ30dによる緊急車両判定処理で判定された緊急車両か否かの情報は、ディスプレイ9に表示されドライバに対して報知する。

【0039】以下、マイクロプロセッサ30cにおける車種判別処理及びマイクロプロセッサ30dによる緊急車両判定処理について詳述する。図3は、マイクロプロ

セッサ30cによる車種判別部40、マイクロプロセッサ30dによる緊急車両判定部50の機能構成を示すものであり、車種判別部40は、後続車両検出部41、車種検出部42、車種情報検出部43から構成され、緊急車両判定部50は、回転灯枠設定部51、回転灯判定部52から構成されている。尚、マイクロプロセッサ30aによる道路検出部60、マイクロプロセッサ30bによる立体物検出部70の各機能については前述した通りであり、説明を省略する。

【0040】以上の機能構成による処理では、車種判別部40において、まず、後続車両検出部41で、検出された立体物の自車からの距離 $Z_i$ 、左端の位置 $X_{iL}$ 、右端の位置 $X_{iR}$ を用い、後続車両を特定する。この後続車両の特定に際しては、最初に、道路形状のデータから距離 $Z_i$ における左右の白線の位置 $X_L$ 、 $X_R$ （ $X$ 座標）を、以下の(9)、(10)式で計算する。

左白線： $X_L = a_L Z_i + b_L \quad \dots(9)$

右白線： $X_R = a_R Z_i + b_R \quad \dots(10)$

【0041】次いで、上記(9)、(10)式で算出した左右の白線の位置 $X_L$ 、 $X_R$ と、立体物の左右端の位置 $X_{iL}$ 、 $X_{iR}$ とを、それぞれ比較し、白線の内側に掛かっている立体物を先行車の候補として選別すると、選別した後続車両の候補の中から、自車両との距離が最も近いものを後続車両として特定する。この後続車両の位置のデータは、RAM34にストアされる。

【0042】そして、後続車両検出部41で後続車両を特定すると、次に、車種検出部42で、検出した後続車両の大きさの比較が行われ、この比較結果に基づいて後続車両の車種が検出される。具体的には、ROM33には、予め車種判別の比較に用いる図8に示す3種類の枠が用意されており、後続車両の幅が2m以上かつ高さが1.7m以上の場合（図3（a））は大型車と判別する。また、後続車両の幅が1.5m以上かつ高さが1.3m以上の場合（図3（b））は普通・小型車と判別する。更に、後続車両の幅が1m以下かつ高さが1.7m以下の場合（図3（c））は二輪車と判別する。この後続車両検出部41で判別した車種データは、RAM34にストアされ、ディスプレイ9に表示させると共に、回転灯枠設定部51に伝達される。

【0043】また、車種情報検出部43では、後続車両検出部41で特定した後続車両と自車両との間の車間距離の時間変化から、後続車両の自車両に対する相対速度を算出し、この相対速度に自車両の走行速度を加算して後続車両の走行速度を求める。

【0044】ここで、緊急車両判定部50における後続車両の緊急車両判定処理について説明する。緊急車両判定部50では、まず、回転灯枠設定部51で後続車両の車種毎に特有の回転灯を検出するための範囲を、車種検出部42からの判別結果に基づき、元画像メモリ21bに記憶されているデジタル画像、すなわち、距離画像を

生成する際に基準となる側のCCDカメラ10aで撮像したアナログ画像に対し、各画素の明るさ（輝度）を例えば256階調にデジタル化した画像上に設定する。

【0045】車種毎の回転灯の検出枠は、例えば、図8（a）の大型車の場合では、車体上部に設定され、図8（b）の普通・小型車の場合では、車体上部に設定され、図8（c）の二輪車の場合では、車体中程に設定される。

【0046】次に、回転灯判定部52では、回転灯枠設定部51で設定した回転灯枠内での画素の輝度平均値を計算し、平均値より高い輝度（例えば、平均値の1.5倍）を閾値として設定すると、範囲内で閾値より明るい画素を抽出し、この明るい画素が周期的な輝度変化をするか否か判定する。そして、周期的な輝度変化をする場合は緊急車両であると判定し、ディスプレイ9上に文字情報や絵等で表示する。但し、青や黄の回転灯を付けた車両（例えばJAF、ガス会社等の車両）も緊急車両と判定するが、むしろ緊急車両と判定したほうが公共の福祉のためであるため、そのまま緊急車両扱いとしておく。

【0047】このように、本実施の形態によれば、後続車両の車種と緊急車両であるか否かをドライバに報知するようになっているので、ドライバは容易に落ち着いて緊急車両が接近してきた場合の的確な回避走行（進路を譲る走行等）が行える。また、後続車両が緊急車両でない場合も、後続車両の車種と走行速度情報によりの確な操作、例えば不用意な急ブレーキの抑制や追い越しをさせやすくする等の円滑な交通に貢献することが可能となる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、後方から接近する緊急車両がどのような車両かを有効に提示し、ドライバが容易に的確な緊急車両のための回避走行を行って、より円滑な交通に貢献することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】後続車両認識装置の全体構成図

【図2】後続車両認識装置の回路ブロック図

【図3】車種判別及び緊急車両判定処理に係わる機能ブロック図

【図4】車載のカメラで撮像した画像の例を示す説明図

【図5】距離画像の例を示す説明図

【図6】距離画像の区分を示す説明図

【図7】道路・立体物の認識結果を示す説明図

【図8】車種毎の検出範囲の説明図

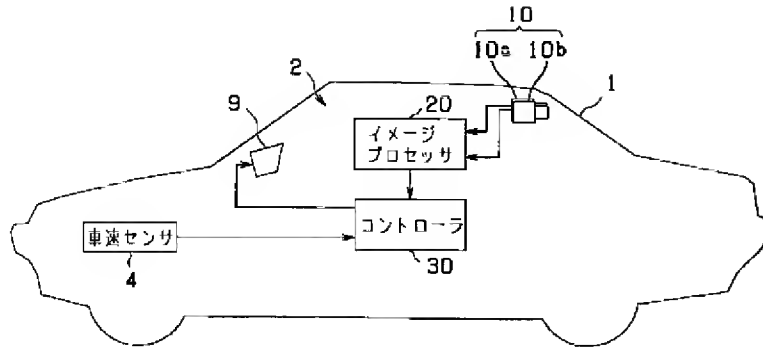
【符号の説明】

- 1 …自車両
- 2 …後続車両認識装置
- 30…コントローラ
- 40…車種判別部

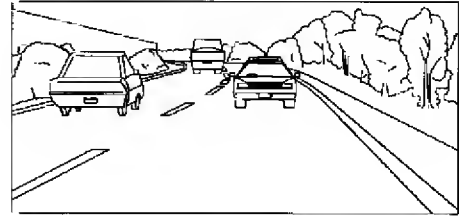
41…後続車両検出部  
42…車種検出部  
43…車種情報検出部

50…緊急車両判定部  
51…回転灯棒設定部  
52…回転灯判定部

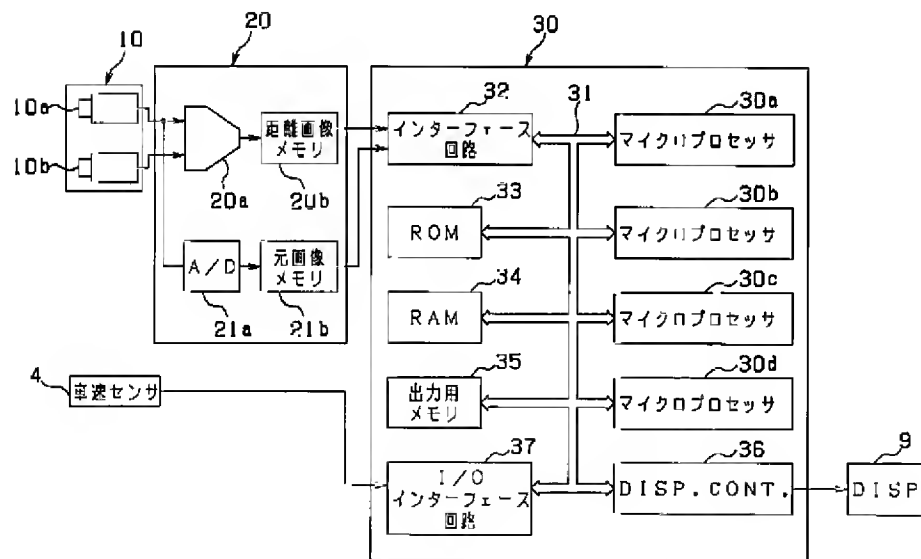
【図1】



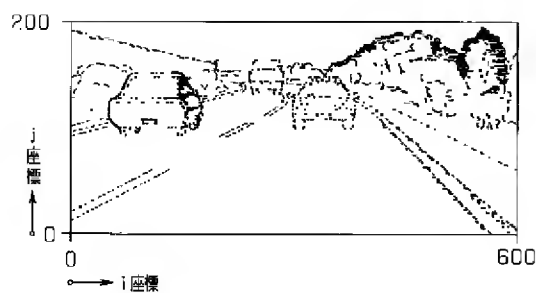
【図4】



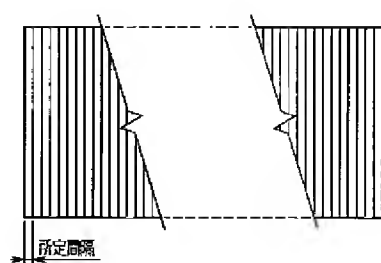
【図2】



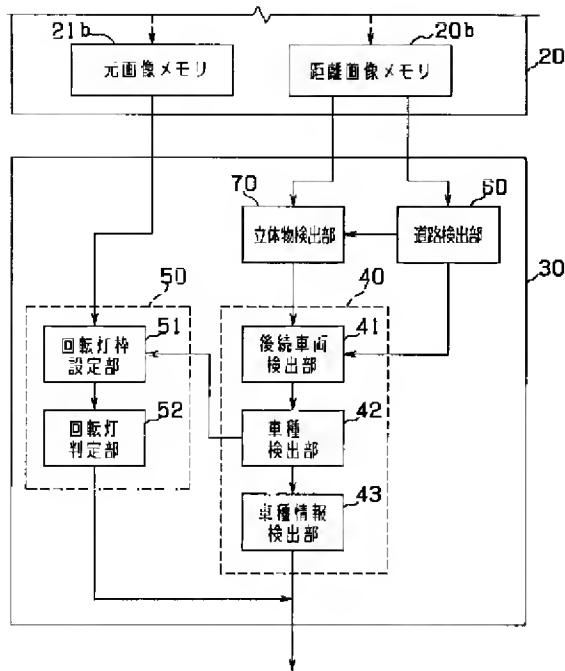
【図5】



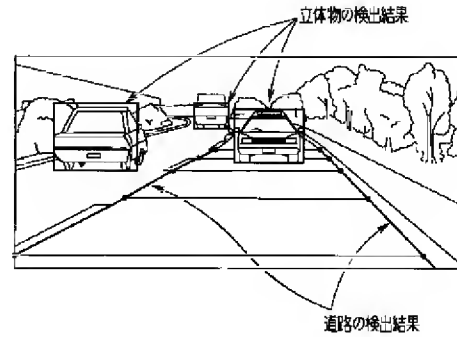
【図6】



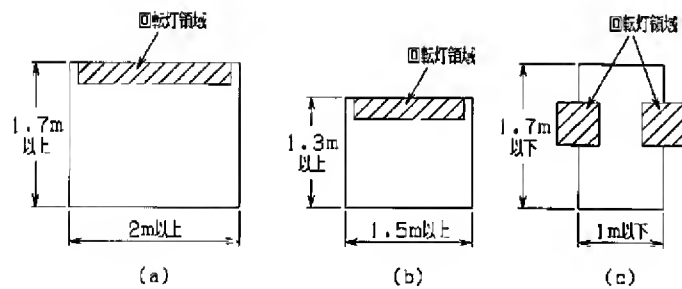
【図3】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 8 B 21/00

25/04

// G 0 8 G 1/16

識別記号

F I

G 0 8 B 21/00

25/04

G 0 8 G 1/16

(参考)

N

C

C

Fターム(参考) 5B057 AA16 BA02 CA02 CA08 CA13  
CA16 CB02 CB08 CB12 CB20  
CC01 CE11 CH01 CH11 DA07  
DA16 DB03 DB05 DB09 DC03  
DC04 DC32  
5C086 AA53 BA22 DA40  
5C087 AA02 AA03 DD03 DD08 DD13  
EE05 EE18 FF01 FF04 GG66  
GG70 GG83  
5H180 AA01 AA12 CC04 CC24 EE07  
EE08 LL02 LL04 LL08